

## 2線式メタスパイラルアンテナの偏波考察

著者	清水 登志夫
出版者	法政大学大学院理工学・工学研究科
雑誌名	法政大学大学院紀要．理工学・工学研究科編
巻	57
ページ	1-2
発行年	2016-03-24
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10114/12370">http://hdl.handle.net/10114/12370</a>

## 2 線式メタスパイラルアンテナの偏波考察

### INVESTIGATION OF THE POLARIZATION OF A TWO-ARM METASPIRAL ANTENNA

清水 登志夫

Toshio SHIMIZU

指導教員 中野 久松

法政大学大学院理工学研究科電気電子工学専攻修士課程

The radiation from a metamaterial spiral (MTSP) antenna is investigated. The MTSP radiates a left-handed circularly polarized (CP) wave, a right-handed CP wave, and a linearly polarized (LP) wave. Effects of antenna size on the antenna characteristics, including the radiation pattern, axial ratio, polarization, and gain, are discussed.

**Keywords:** metamaterial; spiral antenna, circularly polarized radiation, linearly polarized radiation, antenna size.

### 1. まえがき

近年、メタマテリアル特性を有するアンテナの研究が盛んに行われている。例としてメタスパイラルアンテナがあげられる。このアンテナは周波数を切り替えることで左旋および右旋円偏波を放射できる[1][2]。しかし、これまでの文献では、主に左旋円偏波と右旋円偏波を放射する周波数帯域のみに注目していた。本稿では左旋円偏波利得及び右旋円偏波利得が一致した周波数における放射について検討する。

### 2. 構造

図 1 に アンテナの構造を示す。アームは、キャパシタンス及びインダクタンスを有し、右手左手系伝送線路となっている。アームを A 及び B とし、これらのアームを中央から逆位相で給電する。各アームの  $M$  番目の素辺長を  $L_M = ML_1$  ( $M = 1, 2, \dots, M$ ) とする。ただし  $L_1 = 10 \text{ mm}$  とする。

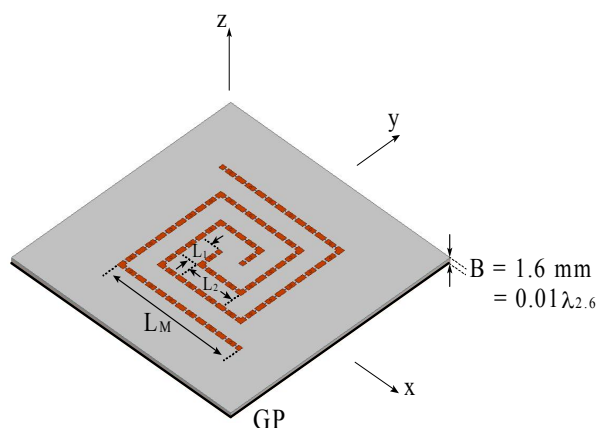


図 1. 構造図(GP: ground plane)

図 2 にメタスパイラルアンテナのアームを構成するユニットセルの構造を示す。ユニットセル内には二つのキャパシタンス  $2C_z$  が直列に装荷されている。またグラウンド板とピンの間にインダクタ  $L_y$  が並列に装荷されている。

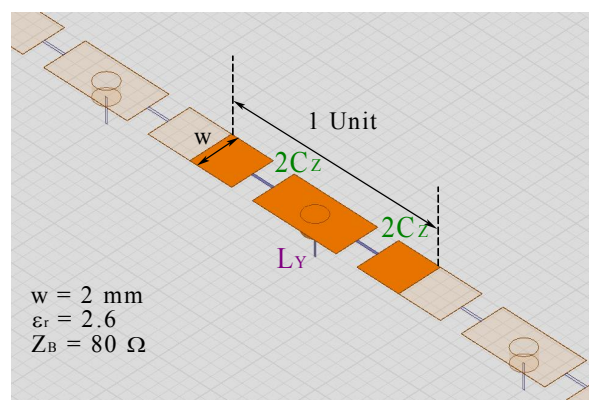


図 2. ユニットセル

### 3. 周波数特性

図 1 のメタスパイラルアンテナの利得の周波数特性を図 3 に示す。2.6 GHz 付近で左旋円偏波、3.6 GHz 付近で右旋円偏波が得られている。左旋および右旋円偏波利得は、3.148 GHz のとき等しくなっている。解析には Ansys 社の HFSS(version14.0)を使用している。

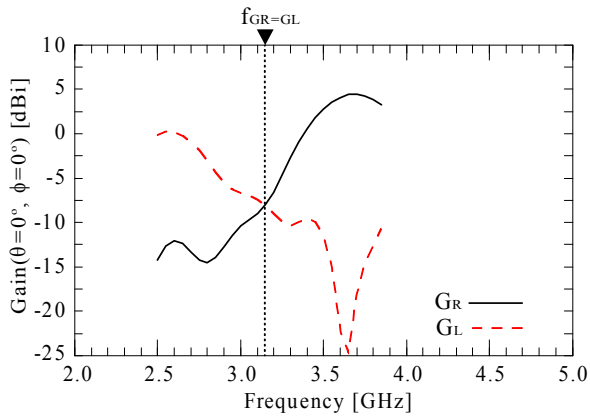


図 3. 利得

次に、軸比の周波数特性を図 4 に示す。左旋および右旋円偏波利得一致時の周波数 3.148 GHz で軸比の最大値が得られている。このときの軸比は 60.8 dB と算出される。したがって、左旋および右旋円偏波利得一致時の周波数においては直線偏波となる。

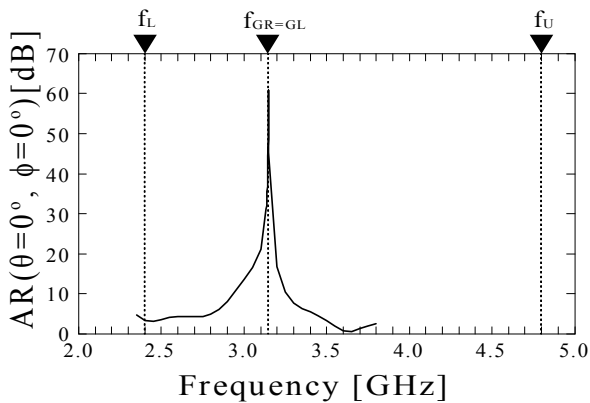


図 4. 軸比

左旋および右旋円偏波利得一致時の周波数における直線偏波電界の放射パターンを図 5 に示す。x-z 面および y-z 面において観測した直線偏波はそれぞれ互いに直交成分を含んでいる。

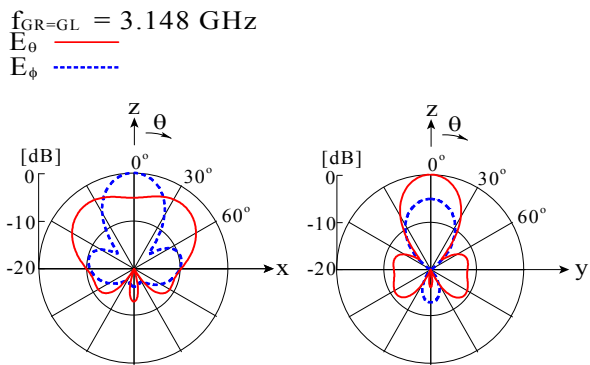


図 5. 直線偏波電界の放射パターン

#### 4. 偏波面の計算

前述のとおり、左旋および右旋円偏波利得一致時の周波数において観測した放射パターンは直交成分を含んでいる。ここで、直線偏波方向を求める。電磁界解析から天頂方向における左旋および右旋円偏波の位相は、3.148 GHz においてそれぞれ  $-27^\circ$ 、 $-149^\circ$  と算出されるので、直線偏波方向は以下のように計算される。

$$\phi = \frac{1}{2}(R_{phase} - L_{phase}) = -61^\circ$$

#### 5. 方位角 $\phi$ 度面の放射パターン

図 6 に 3.148 GHz における方位角  $\phi = -61^\circ$  の方位面での放射パターンを示す。直線偏波は天頂方向において、 $\theta$  成分が主偏波となり、 $\phi$  成分が  $-20$  dB 以下となっている。

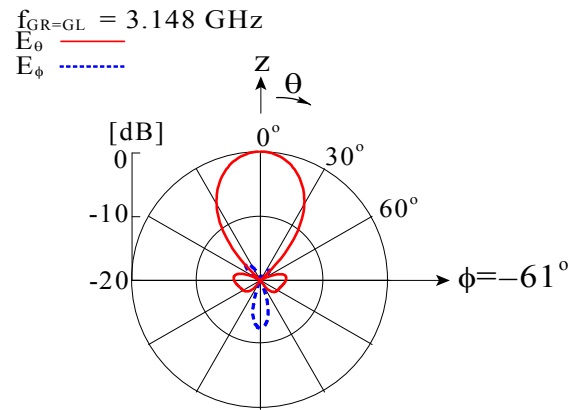


図 6. 方位角  $\phi = -61^\circ$  度の放射パターン

#### 6. まとめ

左旋円偏波利得と右旋円偏波利得が一致する場合の周波数における軸比および放射パターンを明らかにした。直線偏波は  $\phi = -61^\circ$  度方向にある。

#### 参考文献

- [1] H. Nakano, J. Miyake, M. Oyama, and J. Yamauchi, "Metamaterial spiral antenna" IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, Vol. 10, 2011.
- [2] H. Nakano, J. Miyake, T. Sakurada, and J. Yamauchi, "Dual-band counter circularly polarized radiation from a single-arm metamaterial-based spiral antenna" IEEE Transaction on Antennas and Propagation, Vol. 61, No. 6, June 2013.